

PAT-NO: JP406215997A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06215997 A

TITLE: PROJECTION ALIGNER

PUBN-DATE: August 5, 1994

INVENTOR INFORMATION:

NAME

MATSUMOTO, KOICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIKON CORP

N/A

APPL-NO: JP05004907

APPL-DATE: January 14, 1993

INT-CL (IPC): H01L021/027, G03B027/32, G03F007/20, G11B005/31

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve image forming performance on a photosensitive board by exposing it with the board by using one photomask, and positively utilizing the light emitted from the photomask.

CONSTITUTION: A photomask 14 is illuminated with exposure light IL1 from an exposure light supply unit 20 via a polarizing beam splitter 15, etc., the image of the photomask 14 is formed on a plane mirror 12 via a first lens system 13, and the pattern image of the photomask 14 is focused on the photomask 14 via the system 13 with the reflected light from the mirror 12. The pattern image of the photomask 14 is focused on a photosensitive board 19 via the splitter 14, etc., and a second lens system 18 with the focused light.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

DERWENT-ACC-NO: 1994-288688

DERWENT-WEEK: 199436

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Projecting exposure device for lithographic process in semiconductor device production - has photo-mask illuminated by light source projected onto photosensitive substrate, with second focusing optical system transforming pattern image on photo-mask onto photo-sensitive substrate

PATENT-ASSIGNEE: NIKON CORP[NIKR]

PRIORITY-DATA: 1993JP-0004907 (January 14, 1993)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 06215997 A	August 5, 1994	N/A	006	H01L 021/027

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 06215997A	N/A	1993JP-0004907	January 14, 1993

INT-CL (IPC): G03B027/32, G03F007/20, G11B005/31, H01L021/027

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 06215997A

BASIC-ABSTRACT:

The device includes an exposure light beam source (20) which is placed at a side of a polarised beam splitter (15). The reflecting surface of a flat mirror (12) and the pattern forming surface of the photo-mask (14) are conjugate w.r.t. a first lens system (13). In the same manner, the pattern forming surface of the photo-mask (14) and the exposed surface of the photosensitive substrate (19) are conjugate w.r.t. a quarter-wavelength plate (16), the polarised beam splitter (15), the quarter-wavelength plate (17), and a second lens system (18). The exposure light beam (IL1) from the exposure light beam source (20) is reflected at a junction surface (15a) of the polarised beam splitter (15) and illuminates the photo-mask (14) through the quarter-wavelength plate (16).

The light beam diffracted by the pattern of the photo-mask (14) on the flat mirror (13), forms the image of the pattern of the photo-mask (14) on the flat mirror (12). The light beam reflected from the flat mirror (12) passes the first lens system (13) and forms the image of the pattern of the photo-mask (14) on the photo-mask (14) again. The pattern forming surface of the photo-mask (14) is illuminated by the pattern image forming light beam from the flat mirror (12). A downward diffracted light beam from the photo-mask (14) is generated. The diffracted light beam forms the image of the pattern of the photo-mask (14) on the photosensitive substrate (19) after passing the polarised beam splitter (15) and the second lens system (18).

ADVANTAGE - Image forming ability on photosensitive substrate is improved by using coherence of light beams projected from photo-mask in same manner with multiple focusing system by using single photo-mask.

CHOSEN-DRAWING: Dwg. 1/4

TITLE-TERMS: PROJECT EXPOSE DEVICE LITHO PROCESS SEMICONDUCTOR DEVICE PRODUCE  
PHOTO MASK ILLUMINATE LIGHT SOURCE PROJECT PHOTSENSITISER  
SUBSTRATE SECOND FOCUS OPTICAL SYSTEM TRANSFORM PATTERN IMAGE PHOTO  
MASK PHOTO SENSITIVE SUBSTRATE

DERWENT-CLASS: P82 P84 U11

FPI-CODES: U11-C04E1;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1994-227432

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-215997

(43)公開日 平成6年(1994)8月5日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01L 21/027

G03B 27/32

G03F 7/20

G11B 5/31

F 8102-2K

521

7316-2H

A 8947-5D

7352-4M

H01L 21/30

311 L

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平5-4907

(22)出願日 平成5年(1993)1月14日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 松本 宏一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

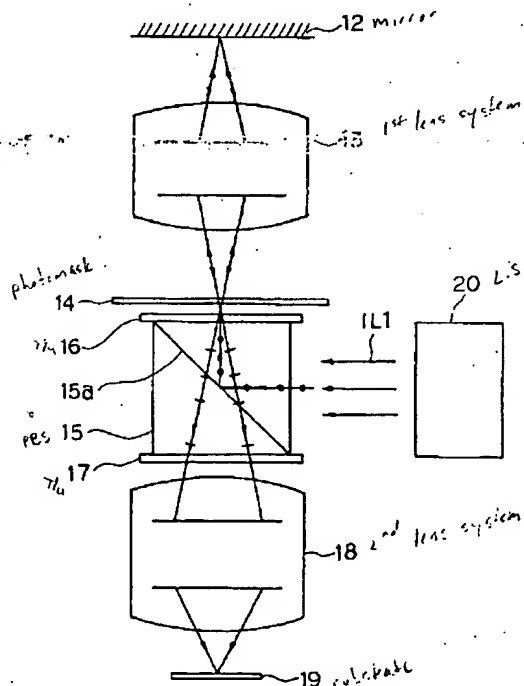
(74)代理人 弁理士 大森 聡

(54)【発明の名称】 投影露光装置

(57)【要約】

【目的】 1枚のフォトマスクを用いて感光基板への露光を行うと共に、フォトマスクから射出される光の可干渉性を積極的に利用して感光基板上での結像性能を向上する。

【構成】 露光光供給部20からの露光光IL1で偏光ビームスプリッター15等を介してフォトマスク14を照明し、フォトマスク14の像を第1レンズ系13により平面鏡12上に結像し、平面鏡12からの反射光により第1レンズ系13を介してフォトマスク14上にフォトマスク14のパターン像を結像する。この結像光のもとで、フォトマスク14のパターン像を偏光ビームスプリッター15等及び第2レンズ系18を介して感光基板19上に結像する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 転写用のパターンが形成されたフォトマスクを露光光で照明する照明光学系を有し、前記フォトマスクのパターンの像を感光基板上に投影する投影露光装置において、

前記露光光のもとで前記フォトマスクのパターンの像を前記フォトマスク上に結像する第1結像光学系と、  
該第1結像光学系による結像光のもとで前記フォトマスクのパターンの像を前記感光基板上に結像する第2結像光学系とを有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記照明光学系と前記第1結像光学系と前記第2結像光学系とが互いに光路の一部を共有していることを特徴とする請求項1記載の投影露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をリソグラフィ工程で製造する際に、フォトマスク上のパターンを感光基板上に投影露光するために使用される投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えばLSI等の半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をリソグラフィ工程で製造する際に、フォトマスク又はレチクル（以下、「フォトマスク」と総称する）のパターンをフォトリソを塗布したウエハ等の感光基板上に投影露光する投影露光装置が使用されている。

【0003】図3は従来の投影露光装置の要部を示し、この図3において、フォトマスク101は、照明光学系（図示せず）の光軸に対してほぼ垂直に水平に保持され、照明光学系から射出された所定波長の露光光によって透過照明されている。従来から汎用されているフォトマスク101は、透明基板上にクロム等の金属からなる遮光パターンを形成した構造であり、透過照明されることによって、パターン形状に応じた回折光が発生する。これらの回折光は、結像光学系103で再度像面に集められ、これにより像面に合致するように保持されたウエハ105の露光面上にフォトマスク101のパターン像が転写される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来の技術に於いては、フォトマスク101を露光光により均一な照度で照明しなければならないという装置上の要請があるため、照明光学系の光源に空間コヒーレンシーを持たせることができなかった。つまり、フォトマスク101を照明する露光光のうち、投影光学系の光軸に対する傾斜角である照明角の異なるもの同士が可干渉性を有していると、フォトマスク101上に干渉縞が形成されてしまい、フォトマスク101を均一に照明するという要請と相入れなくなってしまう。そのため、光源の空間コヒ

2

ーレンシーを投影光学系の性能向上を図るためのパラメータとして採り得なかった。

【0005】これに関して、最近特願平4-277032号及び特願平4-277033号において本出願人が開示しているように、本発明者により2枚のフォトマスクを用いて露光を行う方法が発明された。図4はその本出願人の先願に係る投影露光装置を示し、この図4において、照明光学系1から所定の波長の露光光が射出される。その照明光学系1から順に、第1フォトマスク2、第1結像光学系3、第2フォトマスク4、第2結像光学系5及び感光基板6が配置される。そして、直列的に配置された第1結像光学系3及び第2結像光学系5より投影光学系が構成され、第2結像光学系5に関して、感光基板6と第2フォトマスク4とが共役であり、第1結像光学系3に関して、第2フォトマスク4と第1フォトマスク2とがほぼ共役である。

【0006】図4の構成では、第1フォトマスク2は、上方に配置された照明光学系1からの露光光7に照明され、第1フォトマスク2上に形成されたパターンによりその露光光7の回折光8、9が生じ、この回折光8、9が第1結像光学系3を介して第2フォトマスク4上のパターンを照明する。この際、各回折光8及び9は互いに可干渉性を有している。更に、それら回折光8、9により照明された結果、第2フォトマスク4上に形成されたパターンから回折光10、11が生じ、それらが第2結像光学系5を介して感光基板6の上に像を形成する。

【0007】図4の構成において、一例として第1フォトマスク2及び第2フォトマスク4上に共に孤立した開口パターンを形成した場合を考える。そして、第1結像光学系3の投影倍率を $\beta$ とすると、第2フォトマスク4上の孤立開口パターンはほぼ第1フォトマスク2上の孤立開口パターンの $\beta$ 倍である。但し、それら孤立開口パターンの実際の大きさ及び形状は、良好な結像特性が得られるように、第1フォトマスク2上及び第2フォトマスク4上でそれぞれ独立に調整される。この場合には、第1フォトマスク2から射出される回折光8及び9が互いに可干渉性を有していることから、第2フォトマスク4の感光基板6上の投影像には、エッジ強調型位相シフトマスクを使用した場合と類似の結像特性が得られる。

【0008】また、図4の構成における別の例として、第1フォトマスク2及び第2フォトマスク4上に共に、一次元的な周期パターンであるライン・アンド・スペースパターンを形成した場合を考える。そして、それら2個の一次元的な周期パターンのピッチ方向（周期方向）が互いに平行であるとする。この場合には、所謂変形照明のような斜照明が適しているのであるが、その斜照明の場合を考えると第1フォトマスク2から射出される回折光8及び9が互いに可干渉性を有していることから、第2フォトマスク4の感光基板6上の投影像には、所謂変形照明法を使用した場合よりもコントラストの高い結

像特性が得られる。

【0009】更に、例えば第1フォトマスク2に位相パターンのみを形成し、第2フォトマスク4に遮光パターンのみを形成した場合にも、位相シフトマスクを使用した場合と同様の結像特性を得ることができる。即ち、その本出願人の先願に係る投影露光装置は、1枚目のフォトマスク2上の一点で回折される光が互いに可干渉性を有していることを積極的に利用して、感光基板6上での結像性能を向上させるものである。

【0010】しかしながら、その本出願人の先願に係る投影露光装置においては、1枚の感光基板を露光するのに2枚のフォトマスクを必要とするという不都合があった。本発明は斯かる点に鑑み、1枚のフォトマスクを用いて感光基板への露光を行うと共に、フォトマスクから射出される光の可干渉性を積極的に利用して感光基板上での結像性能を向上できる投影露光装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による投影露光装置は、例えば図1に示すように、転写用のパターンが形成されたフォトマスク(14)を露光光で照明する照明光学系(15、16、20)を有し、フォトマスク(14)のパターンの像を感光基板(19)上に投影する投影露光装置において、その露光光のもとでフォトマスク(14)のパターンの像をフォトマスク(14)上に結像する第1結像光学系(13、12)と、この第1結像光学系による結像光のもとでフォトマスク(14)のパターンの像を感光基板(19)上に結像する第2結像光学系(15~18)とを有するものである。

【0012】この場合、例えば図2に示すように、その照明光学系(20、21)とその第1結像光学系(22~26、21)とその第2結像光学系(22~24)とが互いに光路の一部を共有していてもよい。

【0013】

【作用】斯かる本発明によれば、フォトマスク(14)上にこのフォトマスク(14)自体の像が合焦状態又はデフォーカスされた状態で投影され、この結像光のもとでフォトマスク(14)の像が感光基板(19)上に露光される。従って、2枚のフォトマスクを用いた場合と等価な光学系が構成され、フォトマスク(14)が互いに可干渉性のある照明光で照明されることになるので、例えば位相シフトマスクを用いた場合のように結像性能が向上する。

【0014】また、その照明光学系(20、21)とその第1結像光学系(22~26、21)とその第2結像光学系(22~24)とが互いに光路の一部を共有する場合には、第1結像光学系及び第2結像光学系の光学系が全体として簡略化される。

【0015】

【実施例】以下、本発明による投影露光装置の一実施例

につき図1を参照して説明する。図1は本例の投影露光装置を示し、この図1において、平面鏡12の下に順に、第1レンズ系13、転写対象とするパターンが形成されたレチクル14、両面に1/4波長板16及び17が固定された偏光ビームスプリッター15、第2レンズ系18及び感光基板19を配置する。また、偏光ビームスプリッター15の側面から露光光供給部20を配置する。

【0016】この場合、平面鏡12の反射面とフォトマスク14のパターン形成面とは第1レンズ系13に関して共役である。但し、第1レンズ系13に関してフォトマスク14のパターン形成面と共役な面からその平面鏡12の反射面を僅かにデフォーカスさせる場合もある。同様に、フォトマスク14のパターン形成面と感光基板19の露光面とは、1/4波長板16、偏光ビームスプリッター15、1/4波長板17及び第2レンズ系18に関して共役である。

【0017】次に、本例の動作につき説明する。まず、露光光供給部20から射出された露光光IL1が、偏光ビームスプリッター15の接合面15aで反射された後、1/4波長板16を経てフォトマスク14を照明する。フォトマスク14上のパターンにて回折された光は、第1レンズ系13により平面鏡12上にフォトマスク14のパターン像を結像し、平面鏡12から反射された光は、第1レンズ系13によりフォトマスク14上にフォトマスク14のパターン像を再結像する。即ち、フォトマスク14のパターン形成面は、平面鏡12方向からのフォトマスク14のパターン像の結像光束により照明されることになる。

【0018】すると、フォトマスク14より下方に向かって回折光が発生し、これら回折光は、1/4波長板16、偏光ビームスプリッター15、1/4波長板17及び第2レンズ系18を経て、感光基板19上にフォトマスク14上のパターン像を結像する。このように本例によれば、1枚のフォトマスク14のみを用いながら、図4に示した本出願人の先願に係る投影露光装置のように、2枚のレチクルを用いた二重結像系と等価な系を構成していることが分かる。

【0019】なお、図1のフォトマスク14としては、特に下方側(偏光ビームスプリッター15側)に反射防止膜等を施し、下方側から照明される露光光がフォトマスク14で反射されて、偏光ビームスプリッター15及び第2レンズ系18等を介して感光基板19に到達するのを防止するのが望ましい。次に図1における偏光ビームスプリッター15及び1/4波長板16、17の機能について述べる。本実施例では、露光光供給部20から射出される露光光IL1は、図1の紙面に垂直な方向に電場ベクトルが振動している直線偏光(以下、「s偏光」と呼ぶ)の状態になっているものとする。更に、s偏光と直交する直線偏光をp偏光と呼ぶ。仮に、露光光供給

5

部20としてエキシマレーザーなどのレーザー光源を用いる場合は、レーザー発光の偏光方向がs偏光になる様に配置すればよい。また、水銀ランプ等を光源とする場合は、露光光供給部20の中に偏光板を配置して露光光供給部20から射出する光がs偏光となる様にしてもよい。或いは、偏光ビームスプリッタ15に非偏光のまま入射させて、s偏光のみ反射させてp偏光成分は透過させて除いてしまう構成でもよい。

【0020】ここでは、露光光供給部20からs偏光の状態の露光光1L1が射出されて、偏光ビームスプリッタ15に入射するものとする。入射した光は全て偏光ビームスプリッター15で反射されて1/4波長板16に向かう。1/4波長板16の主軸方向が偏光方向に対して45°回転した方向に一致する様に、1/4波長板16が配置してあるものとする。すると、1/4波長板16を通過する光は右(又は左)回りの円偏光となり、フォトマスク14及び第1レンズ系13を経て反射鏡12へ至る。

【0021】反射鏡12での反射により、右(又は左)回りの円偏光は、左(又は右)回りの円偏光となり、再度第1レンズ系13及びフォトマスク14を経て1/4波長板16へ至る。1/4波長板16を通過してp偏光となった光は、偏光ビームスプリッタ15を全て透過して1/4波長板17へ至る。そして、1/4波長板17を通過して円偏光となった光は、第2レンズ系18を介して感光基板19上へフォトマスク14のパターン像を結像する。1/4波長板17の機能は、仮に直線偏光(p偏光)のまま光を結像させると、フォトマスク14上のパターンの方向性によって結像性能が変わってしまう虞があるので、それを避けるためである。

【0022】仮に、フォトマスク14上のパターンの主たる空間周波数の方向が図1の紙面に垂直な方向ならば、1/4波長板17は必ずしも配置する必要が無い。以上の偏光素子を配置することにより、光量の損失を少なくすることができる。例えば、偏光ビームスプリッタ15の代わりに通常のハーフミラーを用いると、反射又は透過の度に光量が半分になってしまうのに対し、本実施例に示した光学系では、反射又は透過に伴う光量の損失が無い。

【0023】次に、本発明の他の実施例につき図2を参照して説明する。図2は本例の投影露光装置を示し、この図2において、露光光供給部20から射出された露光光1L2は、第1ハーフミラー21により反射されてフォトマスク14を照明する。フォトマスク14上のパターンにより回折された光は、第1凹面鏡22の内面22aで反射されて第1凸面鏡23に入射し、この第1凸面鏡23で反射されて再び第1凹面鏡22に向かう。そして、第1凹面鏡22の内面22aで反射された光が、第2ハーフミラー24を透過してフォトマスク14のパターンの中間像を形成する。この中間像から発散する光

6

が、更に第2凹面鏡25の内面25a、第2凸面鏡26及び第2凹面鏡25の内面25aにて順次反射された後、第1ハーフミラー21を透過してフォトマスク14上にフォトマスク14のパターン像を形成する。

【0024】フォトマスク14のパターン像の結像光は、フォトマスク14上のパターンに対する照明光として機能し、この結像光により照明されたフォトマスク14からの回折光は、第1凹面鏡22、第1凸面鏡23及び第1凹面鏡22により順次反射されて第1ハーフミラー24に入射する。このハーフミラー24により反射された光が、感光基板19上にフォトマスク14のパターン像を結像する。

【0025】即ち、本例においては、露光光供給部20及び第1ハーフミラー21によりフォトマスク14が照明され、このフォトマスク14のパターンの像が、第1凹面鏡22、第1凸面鏡23、第2ハーフミラー24、第2凹面鏡25、第2凸面鏡26及び第1ハーフミラー21よりなる結像光学系により再びフォトマスク14上に結像される。そして、その結像光のもとで、フォトマスク14のパターン像が、第1凹面鏡22、第1凸面鏡23及び第2ハーフミラー24よりなる結像光学系により感光基板19上に結像されている。

【0026】この場合、フォトマスク14のパターンで回折された光の中で、第2ハーフミラー24でそのまま反射される光により結像される像は、従来の結像法に対応する結像成分であり、第2ハーフミラー24を1回通過した後にこの第2ハーフミラー24で反射される光により結像される像は、本出願人の先願に係る図4の二重結像系による結像成分である。また、第2ハーフミラー24を2回以上通過した後にこの第2ハーフミラー24で反射される光により結像される像は、三重以上の多重結像系による結像成分である。

【0027】この様に、本例においては図4のような二重結像系による結像成分以外に、図3のような一重結像系による結像成分及び三重以上の多重結像系による結像成分が含まれている。また、露光光供給部20から射出された後に第1ハーフミラー21を透過する光、及び第2凹面鏡25で反射された後に第1ハーフミラー21で反射される光は、全て無駄になる構成となっている。

【0028】これに対して、感光基板19上での結像を二重結像系による結像成分のみとして、光の利用効率を更に高めたい場合は、第1ハーフミラー21及び第2ハーフミラー24をそれぞれs偏光を反射してp偏光を透過させる第1偏光ミラー27及び第2偏光ミラー28と交換すればよい。偏光ミラーとは偏光ビームスプリッターと同様な働きをするミラーである。更に、図2において破線で示したように、フォトマスク14と第1凹面鏡22との間に1/2波長板29を配置し、第2偏光ミラー28と感光基板19との間に1/4波長板30を配置し、露光光供給部20から射出される露光光1L2をs

偏光とすればよい。

【0029】この場合、露光光供給部20から射出される露光光112は、s偏光であるため第1偏光ミラー27で全部反射されて、フォトマスク14に入射する。フォトマスク14の直後の1/2波長板29の主軸が、s偏光の振動方向から45°回転した方向に設置されているとして、フォトマスク14を通過したs偏光の光は、1/2波長板29によりp偏光となる。その後、第1凹面鏡22、第1凸面鏡23及び第1凹面鏡22により反射された光は、p偏光であるため第2偏光ミラー28を全部が透過する。次に、第2凹面鏡25、第2凸面鏡26及び第2凹面鏡25により反射された光は、依然p偏光であるため第1偏光ミラー21を全て透過してフォトマスク14上にフォトマスク14のパターン像を結像する。

【0030】そして、フォトマスク14を通過したp偏光の光は、1/2波長板29によりs偏光に変換される。その後、第1凹面鏡22、第1凸面鏡23及び第1凹面鏡22により順次反射された光は、s偏光であるため第2偏光ミラー28により全て反射されて、感光基板19上にフォトマスク14のパターン像を結像する。この場合、感光基板19上に結像される像は、二重結像系による結像成分のみであり、結像性能は良好である。更に、露光光供給部20から射出された露光光112の光量損失が少なく光の利用効率が極めて高い。また、感光基板19の上方に設置してある1/4波長板30は、s偏光という直線偏光を円偏光に変換するものであり、これによりフォトマスク14上のパターンの方向性による結像特性の差が解消される。

【0031】なお、上述の図1の実施例は結像光学系として屈折系が使用され、図2の実施例は結像光学系として反射系が使用されているが、屈折系と反射系とを併用しても良いことは言うまでもない。更に、フォトマスクを反射型としても良く、フォトマスクが反射型の場合の光学系としては、種々の形態が考えられる。このように本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱

しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、1枚のフォトマスクを用いるだけで2枚以上のフォトマスクを用いる多重結像系と同様に、フォトマスクから射出される光の可干渉性を積極的に利用して感光基板上での結像性能を向上できる利点がある。これにより、フォトマスク作成に要するコストの低減を図れると共に、複数枚のフォトマスクの相対位置合わせが不要となり、装置構成の簡略化及び装置稼働時のスループットの向上に寄与できる。

【0033】また、本発明は各種偏光素子を併用することにより光量損失の少ない形態で装置として実現できる。また、照明光学系と第1結像光学系と第2結像光学系とが互いに光路の一部を共有している場合には、全体の光学系を簡略化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による投影露光装置の一実施例を示す概略構成図である。

【図2】本発明の他の実施例を示す概略構成図である。

【図3】従来の投影露光装置の要部を示す概略構成図である。

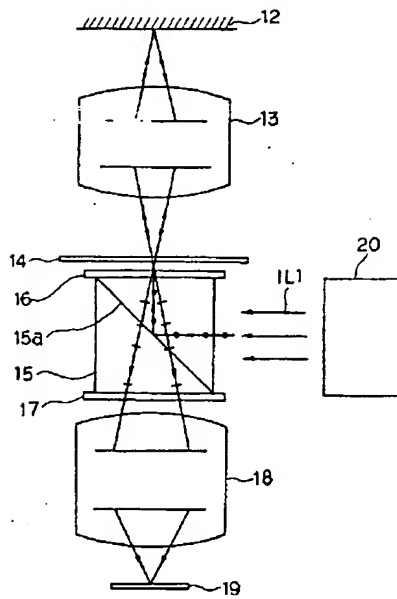
【図4】本出願人の先願に係る投影露光装置を示す概略構成図である。

【符号の説明】

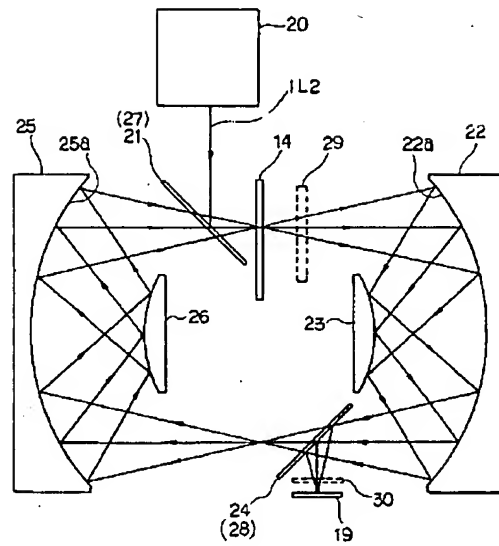
- 12 平面鏡
- 13 第1レンズ系
- 14 フォトマスク
- 15 偏光ビームスプリッター
- 16, 17 1/4波長板
- 18 第2レンズ系
- 19 感光基板
- 20 露光光供給部
- 21, 24 ハーフミラー
- 27, 28 偏光ミラー
- 29 1/2波長板
- 30 1/4波長板



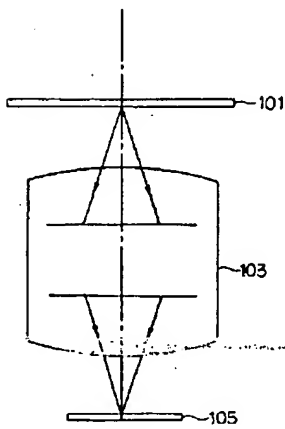
【図1】



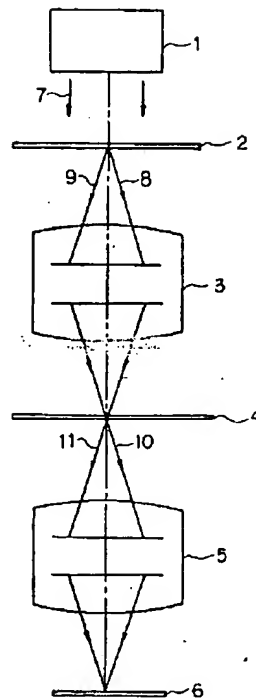
【図2】



【図3】



【図4】



\*NOTICES\*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing one example of the projection aligner by this invention.

[Drawing 2] It is the outline block diagram showing other examples of this invention.

[Drawing 3] It is the outline block diagram showing the important section of the conventional projection aligner.

[Drawing 4] It is the outline block diagram showing the projection aligner concerning these people's point \*\*.

[Description of Notations]

12 Plane Mirror

13 1st Lens System

14 Photo Mask

15 Polarization Beam Splitter

16 17 Quarter-wave length plate

18 2nd Lens System

19 Sensitization Substrate

20 Exposure Light Feed Zone

21 24 Half mirror

27 28 Polarization mirror

29 1/2 Wavelength Plate

30 Quarter-wave Length Plate

---

[Translation done.]

\*NOTICES\*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] In case this invention manufactures a semiconductor device, a liquid crystal display component, or the thin film magnetic head at a lithography process, it relates to the projection aligner used in order to carry out projection exposure of the pattern on a photo mask on a sensitization substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, in case a semiconductor device, a liquid crystal display component, or the thin film magnetic heads, such as LSI, etc. are manufactured at a lithography process, the projection aligner which carries out projection exposure of the photoresist on sensitization substrates, such as an applied wafer, is used in the photo mask or the pattern of a reticle (it is hereafter named a "photo mask" generically).

[0003] Drawing 3 shows the important section of the conventional projection aligner, in this drawing 3, a photo mask 101 is horizontally held almost perpendicularly to the optical axis of an illumination-light study system (not shown), and transmitted illumination is carried out by the exposure light of predetermined wavelength injected from the illumination-light study system. The photo mask 101 currently used widely from the former is the structure in which the protection-from-light pattern which consists of metals, such as chromium, was formed on the transparence substrate, and the diffracted light according to a pattern configuration generates it by carrying out transmitted illumination. These diffracted lights are again brought together in the image surface by the image formation optical system 103, and the pattern image of a photo mask 101 is imprinted on the exposure side of the wafer 105 held so that this might agree in the image surface.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the Prior art like the above, since there was a request on the equipment that a photo mask 101 must be illuminated with a uniform illuminance by exposure light, a space coherency was not able to be given to the light source of an illumination-light study system. That is, if those from which the lighting angle which is a tilt angle to the optical axis of projection optics among the exposure light which illuminates a photo mask 101 differs have the coherency, an interference fringe will be formed on a photo mask 101, and it will become conflicting with the request of illuminating a photo mask 101 to homogeneity. Therefore, the space coherency of the light source could not be taken as a parameter for aiming at improvement in the engine performance of projection optics.

[0005] About this, the approach exposed using the photo mask of two sheets by this invention person was invented as these people were indicating recently in Japanese Patent Application No. No. 277032 [four to], and Japanese Patent Application No. No. 277033 [four to]. Drawing 4 shows the projection aligner concerning those people's of these point \*\*, and the exposure light of predetermined wavelength is injected from the illumination-light study system 1 in this drawing 4. Sequentially from the illumination-light study system 1, the 1st photo mask 2, the 1st image formation optical system 3, the 2nd photo mask 4, the 2nd image formation optical system 5, and the sensitization substrate 6 are arranged. And projection optics consists of the 1st image formation optical system 3 and the 2nd image formation optical system 5 which have been arranged in serial, the sensitization substrate 6 and the 2nd photo mask 4 are conjugation about the 2nd image formation optical system 5, and the 2nd photo mask 4 and the 1st photo mask 2 are conjugation mostly about the 1st image formation optical system 3.

[0006] With the configuration of drawing 4, the 1st photo mask 2 is illuminated from the illumination-light study system 1 arranged up to the exposure light 7, the diffracted lights 8 and 9 of that exposure light 7 produce it with the pattern formed on the 1st photo mask 2, and these diffracted lights 8 and 9 illuminate the pattern on the 2nd photo mask 4 through the 1st image formation optical system 3. Under the present circumstances, each diffracted lights 8 and 9 have the coherency mutually. Furthermore, as a result of being illuminated by these diffracted lights 8 and 9, the

diffracted lights 10 and 11 arise from the pattern formed on the 2nd photo mask 4, and they form an image on the sensitization substrate 6 through the 2nd image formation optical system 5.

[0007] In the configuration of drawing 4, the case where the opening pattern isolated as an example on [ both ] the 1st photo mask 2 and the 2nd photo mask 4 is formed is considered. and -- if the projection scale factor of the 1st image formation optical system 3 is set to beta -- the isolated opening pattern on the 2nd photo mask 4 -- about -- it is twice [ beta ] the isolated opening pattern on the 1st photo mask 2. However, the actual magnitude and the actual configuration of these isolated opening pattern are independently adjusted on the 1st photo mask 2 and the 2nd photo mask 4, respectively so that a good image formation property may be acquired. In this case, since the diffracted lights 8 and 9 injected from the 1st photo mask 2 have the coherency mutually, an image formation property similar to the case where an edge enhancement mold phase shift mask is used for the projection image on the sensitization substrate 6 of the 2nd photo mask 4 is acquired.

[0008] Moreover, the case where Rhine - and - tooth-space pattern which are a single dimension periodic pattern are formed as another example in the configuration of drawing 4 on [ both ] the 1st photo mask 2 and the 2nd photo mask 4 is considered. And the pitch direction (the periodic direction) of these two single dimension periodic patterns presupposes mutually that it is parallel. In this case, although slanting lighting like the so-called deformation lighting is suitable, since considering the case of that slanting lighting the diffracted lights 8 and 9 injected from the 1st photo mask 2 have the coherency mutually, the image formation property that contrast is higher than the case where the so-called deformation illumination is used for the projection image on the sensitization substrate 6 of the 2nd photo mask 4 is acquired.

[0009] Furthermore, also when only a phase pattern is formed in the 1st photo mask 2, for example and only a protection-from-light pattern is formed in the 2nd photo mask 4, the same image formation property as the case where a phase shift mask is used can be acquired. That is, the projection aligner concerning the people's of these point \*\* raises the image formation engine performance on the sensitization substrate 6, using positively that the light diffracted by one on the photo mask 2 of the 1st sheet has the coherency mutually.

[0010] However, in the projection aligner concerning the people's of these point \*\*, there was un-arranging [ of having needed the photo mask of two sheets for exposing one sensitization substrate ]. This invention aims at offering the projection aligner which can improve the image formation engine performance on a sensitization substrate, using positively the coherency of the light injected from a photo mask while it performs exposure to a sensitization substrate in view of this point using the photo mask of one sheet.

[0011]

[Means for Solving the Problem] As the projection aligner by this invention is shown in drawing 1, it has the illumination-light study system (15, 16, 20) which illuminates the photo mask (14) with which the pattern for an imprint was formed with exposure light. In the projection aligner which projects the image of the pattern of a photo mask (14) on a sensitization substrate (19) The 1st image formation optical system which carries out image formation of the image of the pattern of a photo mask (14) on a photo mask (14) under the exposure light (13 12), It has the 2nd image formation optical system (15-18) which carries out image formation of the image of the pattern of a photo mask (14) on a sensitization substrate (19) under the image formation light by this 1st image formation optical system.

[0012] As shown in drawing 2 in this case, the illumination-light study system (26 21), its 1st image formation optical system (26 22- 21), and its 2nd image formation optical system (22-24) may be sharing a part of optical path mutually.

[0013]

[Function] According to this this invention, the image of this photo mask (14) itself is projected in a focus condition or the condition of having been defocused, on a photo mask (14), and the image of a photo mask (14) is exposed on a sensitization substrate (19) under this image formation light. Therefore, optical system equivalent to the case where the photo mask of two sheets is used is constituted, and since a photo mask (14) will be illuminated by the illumination light which has a coherency mutually, the image formation engine performance improves like [ at the time of using a phase shift mask, for example ].

[0014] Moreover, when the illumination-light study system (20 21), its 1st image formation optical system (26 22- 21), and its 2nd image formation optical system (22-24) share a part of optical path mutually, the optical system of the 1st image formation optical system and the 2nd image formation optical system is simplified as a whole.

[0015]

[Example] Hereafter, with reference to drawing 1, it explains per example of the projection aligner by this invention. Drawing 1 shows the projection aligner of this example, and arranges the reticle 14 in which the pattern made the 1st lens system 13 and applicable to an imprint was formed by order under the plane mirror 12, the polarization beam splitter 15 by which the quarter-wave length plates 16 and 17 were fixed to both sides, the 2nd lens system 18, and the sensitization substrate 19 in this drawing 1. Moreover, the exposure light feed zone 20 is arranged in the direction of a

side face of a polarization beam splitter 15.

[0016] In this case, the reflector of a plane mirror 12 and the pattern formation side of a photo mask 14 are conjugation about the 1st lens system 13. However, the reflector of the plane mirror 12 may be made to defocus slightly from the pattern formation side of a photo mask 14, and a field [ \*\*\*\* ] about the 1st lens system 13. Similarly, the pattern formation side of a photo mask 14 and the exposure side of the sensitization substrate 19 are conjugation about the quarter-wave length plate 16, a polarization beam splitter 15, the quarter-wave length plate 17, and the 2nd lens system 18.

[0017] Next, it explains per actuation of this example. First, after the exposure light IL 1 injected from the exposure light feed zone 20 is reflected by plane-of-composition 15a of a polarization beam splitter 15, a photo mask 14 is illuminated through the quarter-wave length plate 16. The light diffracted by the pattern on a photo mask 14 carries out image formation of the pattern image of the photograph mass 14 on a plane mirror 12 according to the 1st lens system 13, and the light reflected from the plane mirror 12 carries out re-image formation of the pattern image of the photograph mass 14 on a photo mask 14 according to the 1st lens system 13. That is, the pattern formation side of a photo mask 14 will be illuminated by the image formation flux of light of the pattern image of the photograph mass 14 from plane mirror 12 direction.

[0018] Then, from a photo mask 14, it goes caudad, the diffracted light occurs and these diffracted lights carry out image formation of the pattern image on a photo mask 14 on the sensitization substrate 19 through the quarter-wave length plate 16, a polarization beam splitter 15, the quarter-wave length plate 17, and the 2nd lens system 18. Thus, according to this example, it turns out that the system equivalent to the duplex image formation system using the reticle of two sheets is constituted like the projection aligner concerning point \*\* of these people who showed drawing 4, using only the photo mask 14 of one sheet.

[0019] In addition, it is desirable to prevent to give an antireflection film etc. to a lower part side (polarization beam splitter 15 side), and for the exposure light illuminated from a lower part side to be reflected with a photo mask 14 especially as a photo mask 14 of drawing 1, and to reach the sensitization substrate 19 through a polarization beam splitter 15 and 2nd lens system 18 grade. Next, the function of the polarization beam splitter 15 in drawing 1 and the quarter-wave length plates 16 and 17 is described. In this example, the exposure light IL 1 injected from the exposure light feed zone 20 shall be in the condition of the linearly polarized light (it is hereafter called "s-polarized light") that the electric field vector is vibrating in the direction perpendicular to the space of drawing 1. Furthermore, the linearly polarized light which intersects perpendicularly with s-polarized light is called p-polarized light. What is necessary is temporarily, just to arrange so that the polarization direction of laser luminescence may become s-polarized light when using the laser light sources, such as an excimer laser, as an exposure light feed zone 20. Moreover, when making a mercury lamp etc. into the light source, you may make it the light which arranges a polarizing plate and is injected from the exposure light feed zone 20 in the exposure light feed zone 20 turn into s-polarized light. Or incidence may be carried out to a polarization beam splitter 15 with unpolarized light, only s-polarized light may be reflected, and the configuration which is made to penetrate and is removed is sufficient as a p-polarized light component.

[0020] Here, if the exposure light IL 1 shall be injected in the state of s-polarized light from the exposure light feed zone 20 and incidence shall be carried out to a polarization beam splitter 15, it will be reflected by the polarization beam splitter 15, and all the light that carried out incidence will face to the quarter-wave length plate 16. The quarter-wave length plate 16 shall be arranged so that it may be in agreement in the direction which the 45 degrees of the directions of a main shaft of the quarter-wave length plate 16 rotated to the polarization direction. Then, the light which passes the quarter-wave length plate 16 turns into the circular polarization of light of the circumference of the right (or left), and results to a reflecting mirror 12 through a photo mask 14 and the 1st lens system 13.

[0021] By reflection with a reflecting mirror 12, the circular polarization of light of the circumference of the right (or left) turns into the circular polarization of light of the circumference of the left (or right), and results to the quarter-wave length plate 16 through the 1st lens system 13 and a photo mask 14 again. The light which passed the quarter-wave length plate 16 and turned into p-polarized light penetrates a polarization beam splitter 15 altogether, and results to the quarter-wave length plate 17. And the light which passed the quarter-wave length plate 17 and turned into the circular polarization of light carries out image formation of the pattern image of a photo mask 14 to up to the sensitization substrate 19 through the 2nd lens system 18. If the function of the quarter-wave length plate 17 carries out image formation of the light with the linearly polarized light (p-polarized light), since it has a possibility that the image formation engine performance may change with the directivity of the pattern on a photo mask 14, it is for avoiding it.

[0022] Temporarily, if the direction of the main spatial frequency of the pattern on the photograph mass 14 is a direction perpendicular to the space of drawing 1, the quarter-wave length plate 17 will not have the need of not necessarily arranging. Loss of the quantity of light can be lessened by arranging the above polarizing element. For example, when the usual half mirror is used instead of a polarization beam splitter 15, there is no loss of the quantity of

light accompanying reflection or transparency at the optical system shown in this example to the quantity of light becoming at reflection or every transparency in one half.

[0023] Next, with reference to drawing 2, it explains per other examples of this invention. Drawing 2 shows the projection aligner of this example, in this drawing 2, it is reflected by the 1st half mirror 21 and the exposure light IL 2 injected from the exposure light feed zone 20 illuminates a photo mask 14. It is reflected by inside 22a of the 1st concave mirror 22, and incidence is carried out to the 1st convex mirror 23, it is reflected in this 1st convex mirror 23, and the light diffracted with the pattern on a photo mask 14 faces to the 1st concave mirror 22 again. And the light reflected by inside 22a of the 1st concave mirror 22 penetrates the 2nd half mirror 24, and forms the middle image of the pattern of a photo mask 14. After sequential reflection is further carried out in inside 25a of inside 25a of the 2nd concave mirror 25, the 2nd convex mirror 26, and the 2nd concave mirror 25, the light diverging from this middle image penetrates the 1st half mirror 21, and forms the pattern image of a photo mask 14 on a photo mask 14.

[0024] The image formation light of the pattern image of a photo mask 14 functions as illumination light to the pattern on a photo mask 14, sequential reflection is carried out by the 1st concave mirror 22, the 1st convex mirror 23, and the 1st concave mirror 22, and incidence of the diffracted light from the photo mask 14 illuminated by this image formation light is carried out to the 1st half mirror 24. The light reflected by this half mirror 24 carries out image formation of the pattern image of a photo mask 14 on the sensitization substrate 19.

[0025] That is, in this example, a photo mask 14 is illuminated with the exposure light feed zone 20 and the 1st half mirror 21, and image formation is again carried out on a photo mask 14 by the image formation optical system which the image of the pattern of this photo mask 14 becomes from the 1st concave mirror 22, the 1st convex mirror 23, the 2nd half mirror 24, the 2nd concave mirror 25, the 2nd convex mirror 26, and the 1st half mirror 21. And image formation of the pattern image of a photo mask 14 is carried out on the sensitization substrate 19 under the image formation light by the image formation optical system which consists of the 1st concave mirror 22, the 1st convex mirror 23, and the 2nd half mirror 24.

[0026] In this case, the image in which image formation is carried out among the light diffracted by the pattern of a photo mask 14 by the light reflected as it is by the 2nd half mirror 24 is an image formation component corresponding to the conventional image formation method, and the image in which image formation is carried out by the light reflected by this 2nd half mirror 24 after passing the 2nd half mirror 24 once is an image formation component by the duplex image formation system of drawing 4 concerning these people's point \*\*. Moreover, the image in which image formation is carried out by the light reflected by this 2nd half mirror 24 after passing the 2nd half mirror 24 twice or more is an image formation component by the multiplex image formation system more than Mie.

[0027] Thus, in this example, the image formation component by single image formation system like drawing 3 and the image formation component by the multiplex image formation system more than Mie are contained in addition to the image formation component by duplex image formation system like drawing 4. Moreover, all the light reflected by the 1st half mirror 21 after being reflected with the light which penetrates the 1st half mirror 21 after being injected from the exposure light feed zone 20, and the 2nd concave mirror 25 has composition which becomes futility.

[0028] On the other hand, what is necessary is just to exchange for the 1st polarization mirror 27 and the 2nd polarization mirror 28 which s-polarized light is reflected [ mirror ] for the 1st half mirror 21 and the 2nd half mirror 24, respectively, and make p-polarized light penetrate only as an image formation component according the image formation on the sensitization substrate 19 to a duplex image formation system to raise the use effectiveness of light further. It is the mirror which considers the same work as a polarization beam splitter as a polarization mirror. Furthermore, what is necessary is to arrange 1/2 wavelength plate 29 between a photo mask 14 and the 1st concave mirror 22, to arrange the quarter-wave length plate 30 between the 2nd polarization mirror 28 and the sensitization substrate 19, and just to let exposure light IL 2 injected from the exposure light feed zone 20 be s-polarized light, as the broken line showed drawing 2.

[0029] In this case, since it is s-polarized light, it is all reflected by the 1st polarization mirror 27, and incidence of the exposure light IL 2 injected from the exposure light feed zone 20 is carried out to a photo mask 14. The light of the s-polarized light which passed the photo mask 14 turns into p-polarized light with 1/2 wavelength plate 29 noting that the main shaft of 1/2 wavelength plate 29 just behind a photo mask 14 is installed in the direction rotated 45 degrees from [ of s-polarized light ] vibration. Then, since the light reflected by the 1st concave mirror 22, the 1st convex mirror 23, and the 1st concave mirror 22 is p-polarized light, all penetrate the 2nd polarization mirror 28. Next, since the light reflected by the 2nd concave mirror 25, the 2nd convex mirror 26, and the 2nd concave mirror 25 is still p-polarized light, it penetrates the 1st polarization mirror 21 altogether, and carries out image formation of the pattern image of a photo mask 14 on a photo mask 14.

[0030] And the light of the p-polarized light which passed the photo mask 14 is changed into s-polarized light by 1/2 wavelength plate 29. Then, since it is s-polarized light, it is altogether reflected by the 2nd polarization mirror 28, and

the light by which sequential reflection was carried out with the 1st concave mirror 22, the 1st convex mirror 23, and the 1st concave mirror 22 carries out image formation of the pattern image of a photo mask 14 on the sensitization substrate 19. In this case, the image by which image formation is carried out on the sensitization substrate 19 is only an image formation component by the duplex image formation system, and the image formation engine performance is good. Furthermore, there is little quantity of light loss of the exposure light IL 2 injected from the exposure light feed zone 20, and the use effectiveness of light is very high. Moreover, the quarter-wave length plate 30 currently installed above the sensitization substrate 19 changes the linearly polarized light of s-polarized light into the circular polarization of light, and, thereby, the difference of the image formation property by the directivity of the pattern on a photo mask 14 is canceled.

[0031] In addition, as for the example of above-mentioned drawing 1, refractive media are used as image formation optical system, and it cannot be overemphasized that the example of drawing 2 may use refractive media and a reflective system together although the reflective system is used as image formation optical system. Furthermore, it is good also considering a photo mask as a reflective mold, and various gestalten can be considered as optical system in case a photo mask is a reflective mold. Thus, this invention is not limited to the above-mentioned example, but can take configurations various in the range which does not deviate from the summary of this invention.

[0032]

[Effect of the Invention] According to this invention, there is an advantage which can improve the image formation engine performance on a sensitization substrate only by using the photo mask of one sheet like the multiplex image formation system using the photo mask of two or more sheets, using positively the coherency of the light injected from a photo mask. While being able to aim at reduction of the cost which photo-mask creation takes by this, relative-position doubling of the photo mask of two or more sheets becomes unnecessary, and can contribute to simplification of an equipment configuration, and improvement in the throughput at the time of equipment operation.

[0033] Moreover, this invention is realizable as equipment with a gestalt with little quantity of light loss by using various polarizing elements together. Moreover, when an illumination-light study system, the 1st image formation optical system, and the 2nd image formation optical system are sharing a part of optical path mutually, the whole optical system can be simplified.

---

[Translation done.]

\*NOTICES\*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the projection aligner which has the illumination-light study system which illuminates the photo mask with which the pattern for an imprint was formed with exposure light, and projects the image of the pattern of said photo mask on a sensitization substrate The 1st image formation optical system which carries out image formation of the image of the pattern of said photo mask on said photo mask under said exposure light, The projection aligner characterized by having the 2nd image formation optical system which carries out image formation of the image of the pattern of said photo mask on said sensitization substrate under the image formation light by this 1st image formation optical system.

[Claim 2] The projection aligner according to claim 1 characterized by said illumination-light study system, said 1st image formation optical system, and said 2nd image formation optical system sharing a part of optical path mutually.

---

[Translation done.]